

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

First Hit

End of Result Set



Generate Collection

Print

L10: Entry 5 of 5

File: DWPI

Feb 15, 2002

DERWENT-ACC-NO: 2002-222576

DERWENT-WEEK: 200228

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Combustion vibration estimating system estimates combustion vibration of gas turbine upon receiving electronic mail from terminal equipment, and sends estimation result as electronic mail to terminal equipment

PATENT-ASSIGNEE: MITSUBISHI JUKOGYO KK (MITO)

PRIORITY-DATA: 2000JP-0234795 (August 2, 2000)

Search Selected

Search ALL

Clear

## PATENT-FAMILY:

| PUB-NO  | PUB-DATE          | LANGUAGE | PAGES | MAIN-IPC   |
|---|-------------------|----------|-------|------------|
| <input type="checkbox"/> <u>JP 2002047945 A</u> | February 15, 2002 |          | 012   | F02C007/00 |

## APPLICATION-DATA:

| PUB-NO        | APPL-DATE      | APPL-NO        | DESCRIPTOR |
|---------------|----------------|----------------|------------|
| JP2002047945A | August 2, 2000 | 2000JP-0234795 |            |

INT-CL (IPC): F02 C 7/00; F02 C 9/00; F23 R 3/00; G06 F 13/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002047945A

## BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - An electronic mail received by a mail server (30) from a terminal equipment (10) is sent to a combustion vibration estimator (20A) that estimates the combustion vibration of a gas turbine and transmits an electronic mail containing the estimation result to the terminal equipment through the mail server.

USE - For gas turbine that drives generator of power plant.

ADVANTAGE - Enables electricity generation system to be made small scale, thereby lowering cost of electricity generation system. Can detect combustion vibration in early stages.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure is the block diagram of the combustion vibration estimating system. (Drawing includes non-English language text).

Terminal equipment 10

Combustion vibration estimator 20A

Mail server 30

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002047945A  
EQUIVALENT-ABSTRACTS:

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/10

DERWENT-CLASS: Q52 Q73 T01  
EPI-CODES: T01-H;

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-47945

(P2002-47945A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002.2.15)

| (51) IntCl <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テマコード(参考) |
|-------------------------|-------|---------------|-----------|
| F 0 2 C 7/00            |       | F 0 2 C 7/00  | A         |
|                         |       | 9/00          | A         |
| F 2 3 R 3/00            |       | F 2 3 R 3/00  | E         |
| G 0 6 F 13/00           | 6 3 0 | G 0 6 F 13/00 | 6 3 0 A   |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-234795(P2000-234795)

(22) 出願日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 野村 真澄

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂研究所内

(72) 発明者 田中 克則

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号

三菱重工業株式会社高砂製作所内

(74) 代理人 100102864

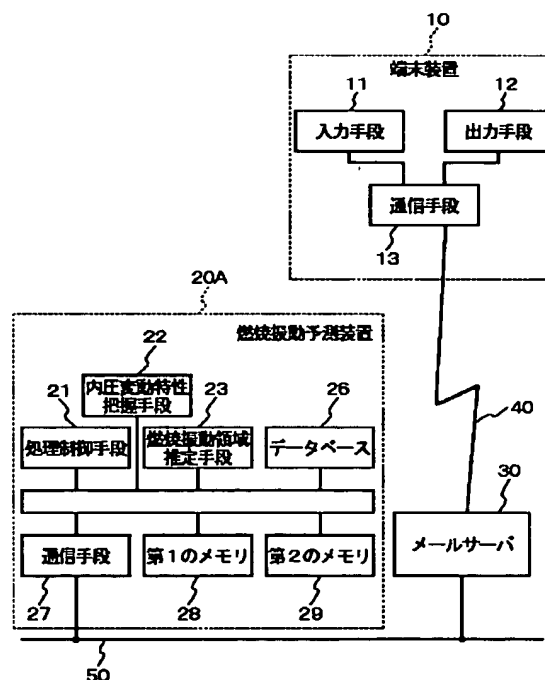
弁理士 工藤 実 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ガスタービンの燃焼振動予測システム

(57) 【要約】

【課題】 発電システムを小規模且つ安価に構成できるガスタービンの燃焼振動予測システムを提供する。

【解決手段】 ガスタービンに係る情報を処理する端末装置10と、この端末装置10からメールサーバ30を介して受信された情報に基づいてガスタービンの燃焼振動を予測し、該燃焼振動の予測結果を前記メールサーバ30を介して端末装置10に送信する燃焼振動予測装置20A、とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガスタービンの近傍に設置された端末装置と、

電子メールの送信及び受信を行うメールサーバと、  
前記端末装置から前記メールサーバを介して送られてくる電子メールの内容に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動を予測し、該予測結果を含む電子メールを前記メールサーバを介して前記端末装置に送信する燃焼振動予測装置、とを備えたガスタービンの燃焼振動予測システム。

【請求項2】 前記端末装置は、  
前記ガスタービンに係る情報を入力する入力手段と、  
該入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記メールサーバに送信する第1送信手段と、

前記メールサーバから前記予測結果を含む電子メールを受信する第1受信手段と、  
該第1受信手段で受信された電子メールに含まれる前記予測結果を出力する出力手段、とを備え、

前記燃焼予測装置は、  
前記メールサーバからの電子メールを受信する第2受信手段と、  
該第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動を予測する燃焼振動予測手段と、  
該燃焼振動予測手段による予測結果を含む電子メールを前記メールサーバに送信する第2送信手段、とを備えた請求項1に記載のガスタービンの燃焼振動予測システム。

【請求項3】 前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1送信手段から前記メールサーバに送信し、  
前記燃焼振動予測装置の燃焼振動予測手段は、  
前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、  
該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて燃焼振動の発生しやすい領域を推定し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る燃焼振動領域推定手段、とを備えた請求項2に記載のガスタービンの燃焼振動予測システム。

【請求項4】 前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1受信手段から前記メールサーバに送信し、  
前記燃焼振動予測装置の前記燃焼振動予測手段は、  
前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、  
該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて前記ガスタービンの燃焼器の内圧変動を推定

し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る内圧変動推定手段、とを備えた請求項2に記載のガスタービンの燃焼振動予測システム。

【請求項5】 前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1受信手段から前記メールサーバに送信し、  
前記燃焼振動予測装置の前記燃焼振動予測手段は、  
前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、  
該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて、燃焼器の個体差を推定し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る個体差推定手段、とを備えた請求項2に記載のガスタービンの燃焼振動予測システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガスタービンの燃焼振動予測システムに関し、特に遠隔地に設置されたガスタービンの燃焼振動を監視、予測する技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】発電プラントの発電機を駆動するための設備としてガスタービンが知られている。図8はガスタービン本体内の燃焼器及びその付近の構成図の一例で、パイロットバーナ60、第1メインバーナ61、第2メインバーナ62、各バーナの噴出側に設けられた燃焼器63、この燃焼器63に接続された尾筒64及びこの尾筒64の側面に設けられたバイパス部65から構成されている。

【0003】パイロットバーナ60から供給されるパイロット燃料は燃焼器63で拡散燃焼する。第1メインバーナ61から供給されるメイン燃料Aと外部から供給される燃焼用空気は混合され、パイロットバーナ60の火炎によって保炎されて燃焼器63内で燃焼する。第2メインバーナ62から供給されるメイン燃料Bについても、第1メインバーナ61と同様である。

【0004】即ち、燃焼器63では、第1メインバーナ61及び第2メインバーナ62から噴射された燃料が燃焼用空気と混合されて燃焼する。この燃焼器63における燃焼により発生された燃焼ガスは、尾筒64内でバイパス部65からのバイパス空気と混合されて図示しないタービンに供給される。

【0005】上記のように構成されるガスタービン燃焼器内の燃焼は、図示しない制御装置によって制御される。制御装置は、パイロット燃料、メイン燃料A、メイン燃料B、燃焼用空気及びバイパス空気の各流量を調整する燃焼制御パラメータを操作して、該ガスタービンにおける燃焼を制御する。燃焼制御パラメータは、例えばプラント出力に基づいて決定される。

【0006】一般に、燃焼器63内の圧力は、図9

(A)に示すように、時間の経過に伴って高い周波数で変動する。この経時的な圧力変動を示すデータは、メモリに順次格納される。この格納された圧力変動を示すデータが高速フーリエ変換(FFT)されることにより、図9(B)に示すように、各周波数帯域での内圧変動レベルが算出される。そして、この算出結果に基づいて、ガスタービンの燃焼振動が監視されており、必要であれば、人手あるいは自動でガスタービンを緊急停止する。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記では1つの燃焼器について説明したが、実際には1つのガスタービンに対して上述した燃焼器が複数(例えば16)個配置され、各燃焼器で同時に燃焼する。従って、制御装置は、全ての燃焼器の燃焼を良好な状態に制御するためには、個々の燃焼器につけられた1つあるいは複数の圧力センサからの信号に基づいて最適な燃焼制御パラメータを決定する必要がある。しかし、すべての燃焼器の燃焼を最適にする燃焼制御パラメータの組合せを決定することは容易ではない。また、燃焼状態は燃焼用吸気を高圧にする圧縮機の性能や、大気温度・湿度などによって変化するため、燃焼状態の自動監視、良否判定のための装置が必要となる。

【0008】また、発電プラントは、一般に、立地上の制限等から遠隔地に設置されることが多い。しかし、上述した燃焼制御パラメータの決定や、燃焼状態の自動監視、良否判断のための装置をガスタービンと同一場所に設置することはコスト上昇となる。

【0009】本発明は、上述した問題を解消するためになされたものであり、その目的は、発電システムを小規模且つ安価に構成できるガスタービンの燃焼振動予測システムを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムは、上記目的を達成するために、ガスタービンの近傍に設置された端末装置と、電子メールの送信及び受信を行うメールサーバと、前記端末装置から前記メールサーバを介して送られてくる電子メールの内容に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動を予測し、該予測結果を含む電子メールを前記メールサーバを介して前記端末装置に送信する燃焼振動予測装置、とを備えている。

【0011】このガスタービンの燃焼振動予測システムによれば、遠隔地のガスタービンの近傍に設置された端末装置からのガスタービンに係る情報はメールサーバを介して例えば中央側に設置された燃焼振動予測装置に送信され、この燃焼振動予測装置で燃焼振動の予測が行われ、その予測結果が端末装置に送信される。端末装置側では、得られた予測結果に基づいてガスタービンの燃焼パラメータの調整、監視、判断を行なう。

【0012】従って、従来のようにガスタービンの近傍

にプラント毎にワークステーションや大型計算機を設置する必要がなく端末装置だけを設置すればよいので、各発電システムの燃焼制御パラメータの決定や、燃焼状態の自動監視、良否判断を安価に実現できる。

【0013】本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、前記端末装置は、前記ガスタービンに係る情報を入力する入力手段と、該入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記メールサーバに送信する第1送信手段と、前記メールサーバから前記予測結果を含む電子メールを受信する第1受信手段と、該第1受信手段で受信された電子メールに含まれる前記予測結果を出力する出力手段、とを備え、前記燃焼予測装置は、前記メールサーバからの電子メールを受信する第2受信手段と、該第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動を予測する燃焼振動予測手段と、該燃焼振動予測手段による予測結果を含む電子メールを前記メールサーバに送信する第2送信手段、とを備えて構成できる。この構成によって、1台の燃焼振動予測装置で複数の発電システムの燃焼振動予測が可能となるため、各発電システムの設備コストを下げることができる。

【0014】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1送信手段から前記メールサーバに送信し、前記燃焼振動予測装置の燃焼振動予測手段は、前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて燃焼振動の発生しやすい領域を推定し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る燃焼振動領域推定手段、とを備えて構成できる。

【0015】この構成によれば、燃焼振動の発生しやすい領域を提示することが可能となるので、従来、熟練調整員の経験に頼っていたガスタービンの燃焼制御パラメータの現地での調整が熟練者でなくても可能になり、また、調整期間を短縮できる。

【0016】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1受信手段から前記メールサーバに送信し、前記燃焼振動予測装置の前記燃焼振動予測手段は、前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて前記ガスタービンの燃焼器の内圧変動を推定し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る内圧

変動推定手段、とを備えて構成できる。

【0017】この構成によれば、内圧変動が予定通りのレベルであるかどうかの判断が可能となるので、燃焼振動発生を早期に検知することができる。

【0018】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、前記端末装置は、前記入力手段から入力された前記ガスタービンに係る情報を含む電子メールを前記第1受信手段から前記メールサーバに送信し、前記燃焼振動予測装置の前記燃焼振動予測手段は、前記第2受信手段で受信された電子メールに含まれる前記ガスタービンに係る情報に基づいて前記ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段と、該内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて、燃焼器の個体差を推定し、前記予測結果として前記第2送信手段に送る個体差推定手段、とを備えて構成できる。

【0019】この構成によれば、燃焼器の個体差を勘案したガスタービン全体で最も燃焼振動が発生しにくいような調整が可能になる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各実施の形態において同一又は相当部分には同一の符号を付して説明する。

【0021】（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1に係るガスタービンの燃焼振動予測システムの構成を示す図である。このガスタービンの燃焼振動予測システムは、端末装置10、燃焼振動予測装置20A、メールサーバ30、端末装置10とメールサーバ30を接続する回線40及び燃焼振動予測装置20Aとメールサーバ30とを接続するローカルエリアネットワーク（LAN）50から構成されている。

【0022】端末装置10は、例えばパーソナルコンピュータで構成され、遠隔地に設置された発電システムのガスタービンの近傍に配置される。この端末装置10は、入力手段11、出力手段12及び通信手段13から構成されている。

【0023】入力手段11からは、図示しないガスタービンから該ガスタービンに係る情報として送られてくる、ガスタービンの状態を表すプラントデータ、及び気\* 40

$$Y_{ij} = a_{ij,0} + a_{ij,1} \times X_{11} + a_{ij,2} \times X_{12} + a_{ij,3} \times X_{21} + a_{ij,4} \times X_{22} \dots$$

(1)

【0029】ここで、 $Y_{ij}$ は第*i*燃焼機（ $i = 1, 2, \dots, n_1$ ）の第*j*周波数帯（ $j = 1, 2, \dots, n_2$ ）の内圧変動値であり、 $X_{11}$ は操作量1の値であり、 $X_{12}$ は操作量2の値であり、 $X_{21}$ は操作量できない状態量1の値であり、 $X_{22}$ は操作できない状態量2の値であり、 $a_{ij,0}$ 、 $a_{ij,1}$ 、 $a_{ij,2}$ 、 $a_{ij,3}$ 及び $a_{ij,4}$ は係数パラメータである。なお、操作量1及び2としては、ガスタービンに供給される燃料や空気の量が用いられ、操※50

\* 象データが入力される。プラントデータには、後述する内圧変動値、操作量、操作できない状態量が含まれる。また、この入力手段11には図示しないキーボードやタッチスクリーンが備えられており、これらは、後述する第*i*燃焼器の第*j*周波数帯の内圧変動の制限値 $Z_{ij}$ 、ゲイン $\alpha_k$ 及び特定の2つを除く変数の値を入力するために使用される。

【0024】通信手段13は、入力手段11から入力された情報を電子メールとして回線40を介してメールサーバ30に送信する。また、この通信手段13は、メールサーバ30から回線40を介して受信された電子メールを出力手段12に供給する。本発明の第1受信手段及び第1送信手段は、この通信手段13から構成されている。出力手段12は、通信手段13で受信された電子メールを出力する。この出力手段12には、CRTなどの表示装置や印刷装置等が備えられており、受信された電子メールに含まれる燃焼振動の予測結果（詳細後述）が出力される。

【0025】メールサーバ30としては、電子メールの送信及び受信を行う一般のメールサーバシステムを使用することができる。

【0026】燃焼振動予測装置20Aは、例えばワークステーション、大型計算機、パーソナルコンピュータ等によって構成され、中央側の管理センタ等に配置される。この燃焼振動予測装置20Aは、処理制御手段21、内圧変動特性把握手段22、燃焼振動領域推定手段23、データベース26、通信手段27、第1のメモリ28及び第2のメモリ29から構成されている。

【0027】処理制御手段21は、この燃焼振動予測装置20Aの全体を制御する。例えば、処理制御手段21は、端末装置10から送信されてくる電子メールの内容を解釈し、それに応じた処理を開始させる。

【0028】内圧変動特性把握手段22は、燃焼器の内圧変動をモデル化するための処理プログラムから構成されている。この内圧変動特性把握手段22は、データベース26に格納されたデータを用いて、内圧変動を説明する数式モデルを構築する。例えば、燃焼器数を $n_1$ 、モデル化すべき周波数帯数を $n_2$ とすると、例えば次式（1）のような重回帰モデルで内圧変動をモデル化する

※作できない状態量1及び2は、例えば大気温度といった気象データ、要求によって決定される負荷の大きさ等が用いられる。

【0030】この内圧変動特性把握手段22は、データベース26に時刻ごとに整理して格納された内圧変動値、操作量、操作できない状態量を用いて上記（1）式の係数パラメータ $a_{ij,0}$ 、 $a_{ij,1}$ 、 $a_{ij,2}$ 、 $a_{ij,3}$ 及び $a_{ij,4}$ を求め、これを燃焼振動領域推定手段23に送信す

る。係数パラメータの解法には、例えば最小二乗法が用いられる。

【0031】ここで云う内圧変動値とは、ガスタービンに設置された図示しない圧力センサ（内圧センサ）から得られたデータをA/D変換し、周波数解析した結果を $n_2$ 個の周波数帯に区切り、夫々の周波数帯においてある時間内に得られた最大振幅値である。なお、上記では、説明の都合上、操作量を2変数、操作できない状態量を2変数としてモデル式を記述しているが、特に2変数に限るものではない。

\* 10

$$Y'_{ij} = a_{ij,0} + a_{ij,1} \times X'_{11} + a_{ij,2} \times X'_{12} + a_{ij,3} \times X'_{21} + a_{ij,4} \times X'_{22} \cdots (2)$$

【0034】ここで、 $a_{ij,0}$ 、 $a_{ij,1}$ 、 $a_{ij,2}$ 、 $a_{ij,3}$ 及び $a_{ij,4}$ は、内圧変動特性把握手段22から送られた係数パラメータである。

【0035】第 $i$ 燃焼器の第 $j$ 周波数帯の内圧変動に ※

$$Z_{ij} = a_{ij,0} + a_{ij,1} \times X'_{11} + a_{ij,2} \times X'_{12} + a_{ij,3} \times X'_{21} + a_{ij,4} \times X'_{22} \cdots (3)$$

となる $X'_{11}$ 、 $X'_{12}$ 、 $X'_{21}$ 及び $X'_{22}$ が存在することになる。

【0036】今、仮に、端末装置10の入力手段11において操作できない状態量1及び操作できない状態量2の値が入力され、これら入力値が燃焼振動領域推定手段★

$$\alpha_k Z_{ij} = a_{ij,0} + a_{ij,1} \times X'_{11} + a_{ij,2} \times X'_{12} + a_{ij,3} \times X'_{21} + a_{ij,4} \times X'_{22} \cdots (4)$$

として( $X'_{11}$ 、 $X'_{12}$ )を求めれば、各燃焼機の各周波数帯域毎に $n_3$ 本の線を求めることができる。図2は、これを示したものである。ここで、係数パラメータ $a_{ij,2}$ が正であれば、直線の上側が燃焼振動の発生しやすい領域、下側が発生しにくい領域となる。逆に、係数パラメータ $a_{ij,2}$ が負であれば、直線の下側が燃焼振動の発生しやすい領域、上側が発生しにくい領域となる。

【0037】燃焼振動領域推定手段23は、端末装置10の入力手段11から与えられる第 $i$ 燃焼器の第 $j$ 周波数帯の内圧変動の制限値 $Z_{ij}$  ( $i=1, 2, \dots, n_1$ 、 $j=1, 2, \dots, n_2$ )、ゲイン $\alpha_k$  ( $k=1, 2, \dots, n_3$ )及び特定の2つを除く変数の値と、内圧変動特性把握手段22から送信される係数パラメータ $a_{ij,0}$ 、 $a_{ij,1}$ 、 $a_{ij,2}$ 、 $a_{ij,3}$ 及び $a_{ij,4}$ から、全ての燃焼器の全ての周波数帯について上記の直線を求め、線形計画法の手順に基づき、最終的に燃焼振動の発生しやすい領域、発生しにくい領域を求める。図3は横軸を $X_{11}$ 、縦軸を $X_{12}$ として燃焼振動領域を推定した例を示している。この例では、ゲイン $\alpha_k$ ごとに等高線のように燃焼振動領域を表現しており、中央部が燃焼振動の発生しにくい領域、周辺部ほど発生しやすい領域である。このようにして燃焼振動領域推定手段23で推定された燃焼振動領域は、通信手段27を介して端末装置10に送信され、端末装置10の出力手段12に出力される。

【0038】データベース26は、プラントデータ、気☆50

\*【0032】燃焼振動領域推定手段23は、内圧変動特性把握手段22により求められた数式モデルを用いて燃焼振動の発生しやすい領域を求めるための処理プログラムから構成されている。

【0033】例えば、操作量1、操作量2、操作できない状態量1、操作できない状態量2が、それぞれ $X'_{11}$ 、 $X'_{12}$ 、 $X'_{21}$ 及び $X'_{11}$ である時の第 $i$ 燃焼器の第 $j$ 周波数帯の内圧変動予測値 $Y'_{ij}$ は次式(2)で求める。

※は、燃焼器や周囲の設備の構造面から制限値が設けられている。端末装置10の入力手段11からメールサーバ30を介して送られてきた第 $i$ 燃焼器の第 $j$ 周波数帯の内圧変動の制限値を $Z_{ij}$ とすると、

★22に与えられたとすると、(3)式のうち、 $X'_{11}$ 及び $X'_{12}$ 以外は定数となり、(3)式を満たす

( $X'_{11}$ 、 $X'_{12}$ )を容易に求めることができる。入力手段11から与えられた $\alpha_k$  ( $k=1, 2, \dots, n_3$ )なるゲインにより、

☆象データ等を時系列に格納する。即ち、データベース26には、内圧変動値、操作量、操作できない状態量が時刻ごとに整理されて時系列に格納されており、端末装置10の入力手段11からこれらのデータが送信されてくると、このデータベース26内部に追加記憶される。

【0039】第1のメモリ28は、端末装置10から電子メールによって要求されることにより起動される処理プログラムの名前とそれに対応するキーワードを格納している。この処理プログラムには、プラントデータ及び気象データをデータベース26に格納するための処理プログラム（以下、「データ格納プログラム」という）、内圧変動特性把握手段22及び燃焼振動領域推定手段23を構成する処理プログラム（以下、「燃焼振動予測プログラム」という）等が含まれる。なお、処理プログラム自体は、この第1のメモリ28又は燃焼振動予測装置20A内の他の場所に格納される。

【0040】第2のメモリ29は、上記電子メールの内容、処理プログラムを実行するための入力データ、処理結果の出力データ、及び処理実行中に発生したエラー情報を格納する。電子メールの内容には、送信者アドレス、宛先者アドレス、件名、本文、添付ファイルなどが含まれる。

【0041】また、通信手段27は、燃焼振動予測装置20Aとメールサーバ30との間の通信を制御する。具体的には、処理制御手段21が要求するメール受信確認



命令、電子メールの取出し命令、電子メールの送信命令等をLAN50を介してメールサーバ30へ送信し、また、メールサーバ30からLAN50を介して電子メールを受信する処理を行う。本発明の第2受信手段及び第2送信手段は、この通信手段27から構成されている。

【0042】次に、上述した構成において、この燃焼振動予測システムの動作を図4に示したフローチャートを参照しながら説明する。

【0043】例えば、遠隔地から燃焼振動予測装置20Aに格納された燃焼振動予測プログラムを利用する場合、まず、端末装置10からその利用要求を電子メールで送信する。電子メールには、上述した送信者アドレス、宛先アドレス、件名、本文、添付ファイルなどの情報が含まれる。件名には、利用しようとする燃焼振動予測プログラムのキーワードが用いられ、添付ファイルには、燃焼振動予測プログラムに使用される入力データが含まれる。この入力データには、内圧変動の制限値 $Z_{ij}$ 、ゲイン $\alpha_k$ 等が含まれる。端末装置10から送信された電子メールは、メールサーバ30に蓄えられる。

【0044】燃焼振動予測装置20Aの処理制御手段21は、通信手段27及びLAN50を介して、定期的にメールサーバ30にアクセスし、この燃焼振動予測装置20A用のメールアドレスに電子メールが届いているかどうかを確認する。電子メールが届いている場合には、最も先着の電子メールを一つ取出し、その電子メールの内容を処理制御手段21内部のメモリに記憶し、この電子メールをメールサーバ30から削除する(ステップS10)。電子メールが届いていない場合には、所定の時間休止した後、再びメールサーバ30にアクセスし、以後この処理が繰り返される。

【0045】次に、処理制御手段21は、自己の内部メモリに記憶した電子メールの内容を解釈し、その中から送信者アドレス、宛先アドレス、件名、本文、添付ファイルなどのデータを取出し、第2のメモリ29の所定のエリアに格納する(ステップS11)。

【0046】次に、処理制御手段21は、第2のメモリ29に格納されたメールの件名、即ち処理が要求されている処理プログラム、つまり燃焼振動予測プログラムのキーワード、を第1のメモリ28に記述されているキーワードと順次照合していく(ステップS12)。そして、件名が第1のメモリ28に記述されているいずれのキーワードとも一致しない場合には、その旨のエラー情報を第2のメモリ29の所定エリアに格納し、後述する返信メールの生成のステップ(ステップS15)へ処理が移る。

【0047】一方、一致するキーワードが検索された場合には、処理制御手段21は、第2のメモリ29に格納された添付ファイル、即ち電子メールで送られた処理のための入力データを第2のメモリ29の入力データエリアにコピーする(ステップS13)。添付ファイルが存

在しない場合には、その旨のエラー情報を第2のメモリ29の所定エリアに格納し、後述する返信メールの生成のステップS15へ処理が移る。

【0048】入力データがコピーされると、処理制御手段21は、上記検索されたキーワードに対応する処理プログラム、つまりこの場合燃焼振動予測プログラムを第1のメモリ28に記述されたプログラム名から認知し、その燃焼振動予測プログラムを起動する。燃焼振動予測プログラムが起動すると、上記第2のメモリ29の入力データエリアにコピーされた入力データ、つまり内圧変動の制限値 $Z_{ij}$ 、ゲイン $\alpha_k$ 等が燃焼振動予測プログラムに読込まれ、上述した手順に従って、燃焼振動の発生し易い領域を推定する処理が実行される。この処理結果は、第2のメモリ29の出力結果エリアへ出力されて、記憶される(ステップS14)。なお、燃焼振動予測プログラムが何らかの原因により異常終了した場合には、その旨のエラー情報を第2のメモリ29の所定エリアに格納する。

【0049】以上の燃焼振動予測プログラムによる処理が終了すると、処理制御手段21は、本処理の要求元、即ち遠隔地の端末装置10から電子メールを送信した利用者、への返信メールを作成する(ステップS15)。まず、第2のメモリ29に格納されている送信者アドレス、宛先アドレス、件名を用いて返信メールのヘッダ部が作成される。次に、第2のメモリ29に上記処理結果が格納されていれば、それを返信メールに添付する。また、処理結果がない場合には、第2のメモリ29に格納されている上記各種のエラー情報を取出し、電子メール本文に加える。

【0050】返信メールが生成されると、処理制御手段21は、そのメールを通信手段27及びLAN50を介してメールサーバ30へ送信する(ステップS16)。その後、処理制御手段21は、第2のメモリ29に格納された各種データを消去し、これにより一つの受信メールに対する処理が終了する。そして、次の受信メールへ処理が移行する(ステップS16→S10)。一方、上記返信メールは、メールサーバ30から燃焼振動予測プログラムの実行を要求した利用者の端末装置10へ送信され、当該利用者は、受信した返信メールに含まれる処理結果、つまり燃焼振動の発生し易い領域を知ることができる。

【0051】以上説明したように、この実施の形態1に係る燃焼振動予測システムによれば、ガスタービンの燃焼器で発生する燃焼振動を数式モデルにより予測することが行われ、これに基づき燃焼振動の発生領域が提示されるので、ガスタービンの燃焼制御系の調整が容易になり、現地での調整期間の短縮が可能になる。また、従来は、燃焼制御系の調整は、熟練調整員の経験に基づき行っていたが、熟練者でなくとも現地での燃焼制御系の調整が可能になる。

【0052】なお、上述した実施の形態1では、プラントデータ及び気象データをガスタービンから入力する構成としているが、これらのデータは端末装置10の入力手段11に備え付けられたキーボードなどから直接手入力しても構わない。また、モデル構造として、線形の一次式として記述しているが、2次以上の高次モデルとしてもよい。また、ガスタービンから入力された操作量や操作できない状態量を用いたモデル式として記述しているが、物理特性などに基づいて変換した値を用いてもよい。

【0053】また、実行させたい処理プログラムの情報とそのための入力データを含む電子メールを所定のメールアドレスに送信すれば、自動的にその処理プログラムが実行され、その処理結果が電子メールで返信される。従って、電子メールが使用できる環境であれば、遠隔地からでも所望の処理プログラムを利用でき、また、その際に利用者側で行われる操作が電子メールの送受信だけであるため、操作の効率化と通信費の低減を図ることができる。

【0054】なお、上記の説明では、電子メールの件名に希望の処理プログラムに対応するキーワードを記述するとしたが、そのキーワードを電子メールの本文、又は添付ファイルなどに入れるようにしても良い。また、処理プログラムへの入力データについても、添付ファイルとせずに、電子メールの本文中に記述するようにしても良い。また、処理プログラムが複数の入力データのファイルを必要とする場合には、電子メールに複数のファイ \*

$$Y'_{ij} = a_{ij,0} + a_{ij,1} \times X'_{11} + a_{ij,2} \times X'_{12} + a_{ij,3} \times X'_{21} + a_{ij,4} \times X'_{22} \cdots (2)$$

【0059】ここで、 $Y'_{ij}$ は第*i*燃焼機( $i=1, 2, \dots, n_1$ )の第*j*周波数帯( $j=1, 2, \dots, n_2$ )の内圧変動値であり、 $X'_{11}$ は操作量1の値であり、 $X'_{12}$ は操作量2の値であり、 $X'_{21}$ は操作量できない状態量1の値であり、 $X'_{22}$ は操作できない状態量2の値であり、 $a_{ij,0}, a_{ij,1}, a_{ij,2}, a_{ij,3}$ 及び $a_{ij,4}$ は係数パラメータである。なお、操作量1及び2並びに操作できない状態量1及び2の意味は実施の形態1と同じである。

【0060】係数パラメータは実施の形態1と同様内圧変動特性把握手段22で求められ、内圧変動推定手段24に送られる。ここで云う内圧変動値も、ガスタービンに設置された圧力センサ(内圧センサ)から得られたデータをA/D変換し、周波数解析した結果を $n_2$ 個の周波数帯に区切り、夫々の周波数帯においてある時間内に得られた最大振幅値である。

【0061】なお、上記では説明の都合上、操作量を2変数、操作できない状態量を2変数としてモデル式を記述しているが、この場合も、特に2変数に限るものではない。また、モデル構造として線形の一次式として記述しているが、2次以上の高次モデルやニューラルネット※50

\*ルを添付することで対応できる。更に、返信メールには、処理結果だけでなく、入力データも合わせて添付するようにしても良い。

【0055】なお、セキュリティの観点から、入力データや処理結果を暗号化してメールに添付する、あるいは送信者アドレスを事前に燃焼振動予測装置20A内に登録しておき利用者を制限する、といった対策が取られることが好ましい。

【0056】(実施の形態2) 本発明の実施の形態2に係るガスタービンの燃焼振動予測システムは、内圧変動の予測値を求めて実測値と比較できるようにしたものである。

【0057】図5は本発明の実施の形態2に係る燃焼振動予測システムの構成を示す。この燃焼振動予測システムでは、実施の形態1に係る燃焼振動予測システム(図1参照)における燃焼振動予測装置20Aの代わりに燃焼振動予測装置20Bが使用されている。この燃焼振動予測装置20Bは、燃焼振動領域推定手段23の代わりに内圧変動推定手段24が設けられている点が燃焼振動予測装置20Aと異なる。

【0058】内圧変動推定手段24は、データベース26に格納されている最新時刻の内圧変動値、操作量、操作できない状態量を用いて内圧変動の予想値を推定し、推定された内圧変動予想値を通信手段27及びメールサーバ30を介して端末装置10に送信する。例えば、燃焼器数を $n_1$ 、周波数帯数を $n_2$ とすると、次式(5)のような重回帰モデルで内圧変動予測値を推定する。

30※ワークなどの非線形モデルとしてもよい。また、ガスタービンから入力された操作量や操作できない状態量を用いたモデル式として記述しているが、質量収支などの法則に基づいて変換した値を用いてもよい。

【0062】データベース26には、内圧変動値、操作量、操作できない状態量と、内圧変動予想値が時刻ごとに整理されて時系列に格納されており、端末装置10の入力手段11から受信される内圧変動値、操作量、操作できない状態量や、内圧変動推定手段24から出力される内圧変動予想値は、データベース26内部に追加記憶される。

【0063】端末装置10の入力手段11に入力されたガスタービンからのプラントデータ、及び気象データは、燃焼振動予測装置20Bのデータベース26へ送信される。プラントデータ、気象データには、上述した内圧変動値、操作量、操作できない状態量が含まれる。

【0064】端末装置10の出力手段12は、燃焼振動予測装置20Bのデータベース26からメールサーバ30を介して送られてくるデータを出力する。図6は横軸を時刻、縦軸を第*i*燃焼器の第*j*周波数帯の内圧変動実測値 $Y_{ij}$ とその予想値 $Y'_{ij}$ として出力した例を示して

いる。出力先は出力手段12に備え付けられたCRTなどの表示装置や印刷装置などである。

【0065】以上のように構成される燃焼振動予測システムの動作は、端末装置10から燃焼振動予測装置20Bに送信される電子メールが、内圧変動特性把握手段22及び内圧変動推定手段24を構成する処理（以下、「内圧変動推定プログラム」という）を利用する旨の電子メールである点、つまり図4のステップS14において内圧変動推定プログラムが起動される点を除けば、図4を参照して説明した実施の形態1の動作と同じである。

【0066】以上説明したように、この実施の形態2に係る燃焼振動予測システムによれば、内圧変動推定値と実測値を同時に出力することができ、ガスタービン燃焼器の内圧変動が予定通りのレベルなのかどうかを判断できるので、燃焼振動発生を早期に検知することが可能である。

【0067】（実施の形態3）本発明の実施の形態3に係るガスタービンの燃焼振動予測システムは、燃焼器の個体差を推定するようにしたものである。

【0068】図7は本発明の実施の形態3に係る燃焼振動予測システムの構成を示す。この燃焼振動予測システムでは、実施の形態1に係る燃焼振動予測システム（図1参照）における燃焼振動予測装置20Aの代わりに燃焼振動予測装置20Cが使用されている。この燃焼振動予測装置20Cは、燃焼振動領域推定手段23の代わりに個体差推定手段25が設けられている点が燃焼振動予測装置20Aと異なる。

【0069】個体差推定手段25は、データベース26に格納されている最新時刻の内圧変動値、操作量、操作できない状態量を用いて燃焼器の個体差を推定する。推定された個体差は、通信手段27及びメールサーバ30を介して端末装置10に送信される。端末装置10では、上述した実施の形態2と同様に、出力手段12に備えられたCRTなどの表示装置や印刷装置に出力される。図10は横軸を $X_{11}$ 、縦軸を $X_{12}$ として2つの燃焼器の燃焼振動領域を推定した例を示している。実施の形態1では全ての燃焼器について線形計画法を適用したが、ここでは燃焼器毎に線形計画法を適用し、燃焼器毎の燃焼振動領域を出力している。図10では、ゲイン $\alpha$   $k$ ごとに等高線のように燃焼振動領域を表現しており、中央部が燃焼振動の発生しにくい領域、周辺部ほど発生し易い領域である。2つの燃焼器の燃焼振動領域が横軸方向にずれているが、このずれが個体差によるもので、この個体差を吸収する方向に燃焼器の操作端にバイアスを加えれば燃焼振動の発生しにくい領域は増大し、結果的にガスタービンとしての最適調整が可能となる。出力先は出力手段12に備え付けられたCRTなどの表示装置や印刷装置などである。

【0070】以上のように構成される燃焼振動予測シ

テムの動作は、端末装置10から燃焼振動予測装置20Bに送信される電子メールが、内圧変動特性把握手段22及び個体差推定手段25を構成する処理（以下、「個体差推定プログラム」という）を利用する旨の電子メールである点、つまり図4のステップS14で個体差推定プログラムが起動される点を除けば、図4を参照して説明した実施の形態1の動作と同じである。

【0071】以上説明したように、この実施の形態3に係る燃焼振動予測システムによれば、従来、一律に設定していた燃焼制御パラメータを、燃焼器の個体差を勘案して設定できるので、ガスタービン全体で最も燃焼振動が発生しにくいような調整が可能になる。

【0072】なお、上述した実施の形態1～3に係る燃焼振動予測システムでは、内圧変動特性把握手段22、燃焼振動領域推定手段23、内圧変動推定手段24、個体差推定手段25等を構成するプログラムを燃焼振動予測装置の内部に保有するようにしたが、LAN50を介して接続される1つまたは複数の他の計算機で実行するように構成することもできる。この構成によれば、燃焼振動予測装置自体にプログラムを保有する必要がなく、LANによって接続された全ての計算機に格納された処理プログラムを遠隔地から利用することができる。

【0073】また、1つの電子メールでの処理要求に対し、複数の処理プログラムが連動して実行するように構成できる。また、実行される複数の処理プログラムは、燃焼振動予測装置内に存在する必要はなく、LAN50を介して接続される1つまたは複数の他の計算機に存在することができる。この構成によれば、1つの処理プログラムでは処理することのできない複合問題についても、遠隔地から1つの電子メールにより処理することができる。

【0074】更に、上述した各実施の形態では、燃焼振動予測装置20A、20B及び20Cとメールサーバ30とをLAN50で接続する構成としたが、通常の公衆回線で接続するように構成してもよい。

【0075】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、個々の発電システムを安価に構成できるガスタービンの燃焼振動予測システムを提供できる。

【0076】即ち、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムによれば、遠隔地に設置された端末装置からのガスタービンに係る情報はメールサーバを介して中央側に設置された燃焼振動予測装置に送信され、この燃焼振動予測装置で燃焼振動の予測が行われ、その予測結果が端末装置に送信され、端末装置側では、得られた予測結果に基づいてガスタービンを調整、監視、判断するように構成されているので、ガスタービンの近傍には端末装置だけを設置すればよく、各発電システムを小規模に構成できる。また、複数の端末装置をメールサーバを介して燃焼振動予測装置に接続するように構成す

ば、燃焼予測装置を構成するワークステーションや大型計算機の設置台数を従来より減らすことができるので、各発電システムのコストを下げるができる。

【0077】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、より具体的には、前記端末装置は、入力手段、第1送信手段、第1受信手段及び出力手段を備え、前記燃焼予測装置は、第2受信手段、燃焼振動予測手段及び第2送信手段を備えて構成されており、この構成によっても上記と同様に各発電システムを小規模に構成できると共に、各発電システムのコストを

下げることができる。  
【0078】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、燃焼振動予測装置の燃焼振動予測手段は、ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性及び燃焼振動発生領域生成指令に基づいて燃焼振動の発生しやすい領域を推定し、これが予測結果として端末装置に送られる。その結果、燃焼振動の発生しやすい領域を提示することができるので、従来、熟練調整員の経験に頼っていたガスタービンの燃焼制御系の現地での調整が熟練者でなくても可能になり、また、調整期間を短縮できる。

【0079】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、燃焼振動予測装置の燃焼振動予測手段は、ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいてガスタービンの燃焼器の内圧変動を推定し、前記予測結果として出力するので、内圧変動が予定通りのレベルであるかどうかの判断が可能となり、燃焼振動発生を早期に検知することができる。

【0080】また、本発明に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおいては、燃焼振動予測装置の燃焼振動予測手段は、ガスタービンの燃焼振動の特性を把握する内圧変動特性把握手段で把握された燃焼振動の特性に基づいて、燃焼器の個体差を推定し、予測結果として出力するので、燃焼器の個体差を勘案したガスタービン全体で最も燃焼振動が発生しにくいような調整が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るガスタービンの燃焼振動予測システムの概略的な構成を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態1に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおける燃焼振動領域の設定法に関する原理図である。

【図3】本発明の実施の形態1に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおける燃焼振動領域の出力例を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の形態1に係るガスタービンの燃焼振動予測システムの動作を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施の形態2に係るガスタービンの燃焼振動予測システムの概略的な構成を示す図である。

【図6】本発明の実施の形態2に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおける出力例を示すグラフである。

【図7】本発明の実施の形態3に係るガスタービンの燃焼振動予測システムの概略的な構成を示す図である。

【図8】従来のガスタービンの一般的な概略構成を説明するための図である。

【図9】従来のガスタービンの燃焼振動予測装置の動作を説明するための図である。

【図10】本発明の実施の形態3に係るガスタービンの燃焼振動予測システムにおける出力例を示すグラフである。

【符号の説明】

10 端末装置

11 入力手段

12 出力手段

13 通信手段

20A、20B、20C 燃焼振動予測装置

21 処理制御手段

22 内圧変動特性把握手段

23 燃焼振動領域推定手段

24 内圧変動推定手段

25 個体差推定手段

26 データベース

27 通信手段

28 第1のメモリ

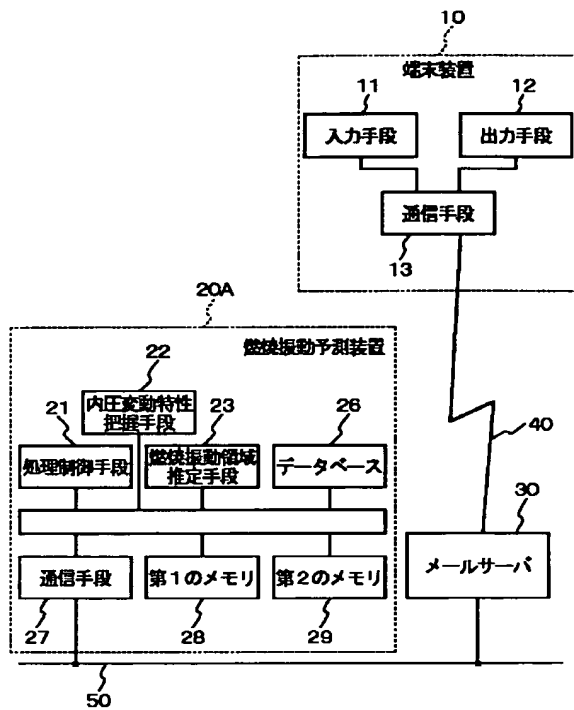
29 第2のメモリ

30 メールサーバ

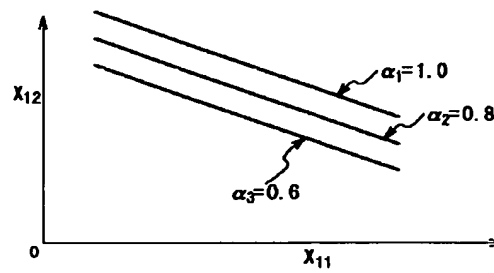
40 回線

50 LAN

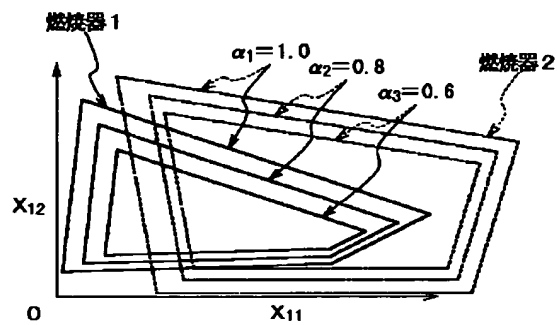
【図1】



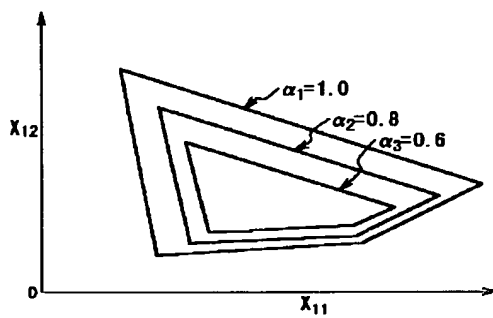
【図2】



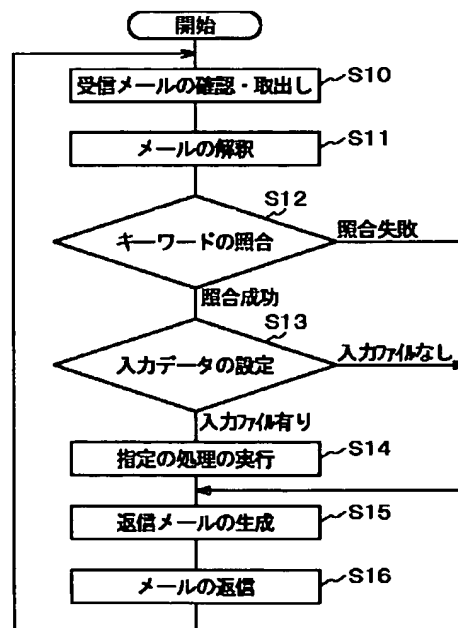
【図10】



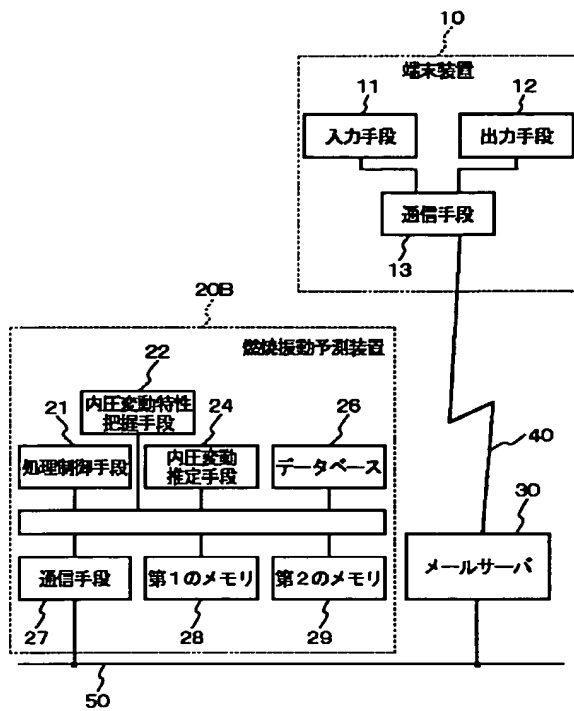
【図3】



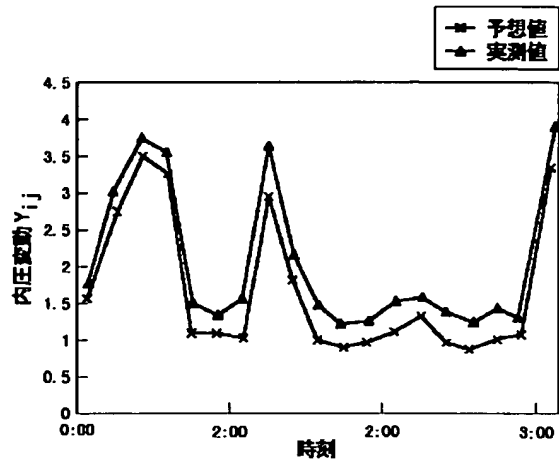
【図4】



【図5】

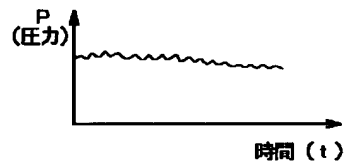


【図6】

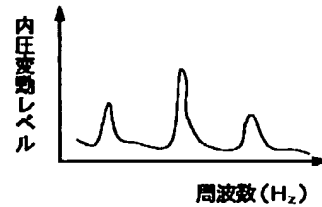


【図9】

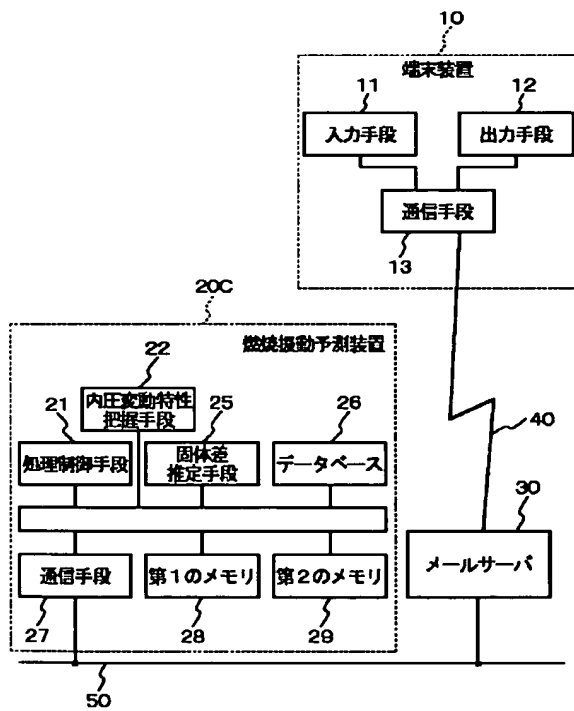
(A)



(B)



【図7】



【図8】

